

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 2 月 2 0 日  
Date of Application:

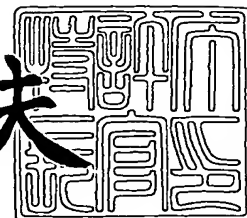
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 6 9 2 6 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 3 6 9 2 6 6 ]

出 願 人            シャープ株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 3 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1022128

【提出日】 平成14年12月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 17/02  
B64C 33/00

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 原 圭太

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 濱本 将樹

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 太田 佳似

【特許出願人】

    【識別番号】 000005049

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

    【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100064746

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 深見 久郎

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208500

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 群ロボットシステム、当該群ロボットシステムに含まれるセンシングロボット、当該群ロボットシステムに含まれるベースステーション、および当該群ロボットシステムに含まれるフェロモンロボット

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 センサ機能を備える複数のセンシングロボットと、前記センシングロボットを制御する制御装置とを含む群ロボットシステムであって、

前記制御装置は、前記センシングロボットが対象物を検出すると、前記対象物を検出したセンシングロボットとは異なる他のセンシングロボットであって、前記対象物を検出したセンシングロボットよりも前記センサ機能の分解能の高いセンシングロボットに、前記対象物の追探索をするよう制御することを特徴とする、群ロボットシステム。

【請求項 2】 センサ機能を備える複数のセンシングロボットと、前記センシングロボットを制御する制御装置とを含む群ロボットシステムであって、

前記制御装置は、前記センシングロボットが対象物を検出すると、前記対象物を検出したセンシングロボットとは異なる他のセンシングロボットであって、前記対象物を検出したセンシングロボットとは前記センサ機能の種類あるいはセンサ情報の処理方法が異なるセンシングロボットに、前記対象物の追探索をするよう制御することを特徴とする、群ロボットシステム。

【請求項 3】 前記制御装置は、前記センシングロボットが対象物を検出すると、前記対象物を検出したセンシングロボットとは異なる前記他のセンシングロボットに、前記対象物近傍へ移動するよう制御することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の群ロボットシステム。

【請求項 4】 前記制御装置には、前記センシングロボットの移動を制御するフェロモンロボットが含まれ、

前記フェロモンロボットは、前記センシングロボットが対象物を検出すると、前記対象物を検出したセンシングロボットとは異なる前記他のセンシングロボットに、前記フェロモンロボット近傍へ移動するよう制御することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の群ロボットシステム。

【請求項 5】 前記センシングロボットは、羽ばたき運動により羽ばたき飛行可能であることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれかに記載の群ロボットシステム。

【請求項 6】 請求項 1～4 のいずれかに記載の群ロボットシステムに含まれる羽ばたき運動により羽ばたき飛行可能なセンシングロボットであって、前記制御装置に制御されることを特徴とする、群ロボットシステムに含まれるセンシングロボット。

【請求項 7】 請求項 1～4 のいずれかに記載の群ロボットシステムに含まれる前記制御装置に該当するベースステーションであって、羽ばたき運動により羽ばたき飛行可能である前記センシングロボットを制御することを特徴とする、群ロボットシステムに含まれるベースステーション。

【請求項 8】 請求項 1～4 のいずれかに記載の群ロボットシステムに含まれるフェロモンロボットであって、羽ばたき運動により羽ばたき飛行可能である前記センシングロボットの移動を制御することを特徴とする、群ロボットシステムに含まれるフェロモンロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は群ロボットシステム、当該群ロボットシステムに含まれるセンシングロボット、当該群ロボットシステムに含まれるベースステーション、および当該群ロボットシステムに含まれるフェロモンロボットに関し、特に、省電力化を実現しつつ、効率よく対象物の探索を行なうことのできる群ロボットシステム、当該群ロボットシステムに含まれるセンシングロボット、当該群ロボットシステムに含まれるベースステーション、および当該群ロボットシステムに含まれるフェロモンロボットに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、複数の機構が連携して動作する、システムやロボットについて提案されている。

## 【0003】

例えば、特許文献1においては、図14に示すような、外部環境の情報を収集する単数あるいは複数のセンサ機構と、センサ機構からのセンサ情報Aとにより、アクチュエータ機構への適切な運動指令Bを生成する階層型の情報処理機構を備えた、実環境で動作する実用的な環境認識システム、および知能ロボットが開示されている。特許文献1によると、環境認識システムおよび知能ロボットは、センシング時の状況に応じて、階層型の情報処理機構からの運動指令Bにより、アクチュエータ機構が、上記センサ機構が十分に機能するように、自己、および対象物の位置や照明などの外部環境を適切に変化させることを特徴としている。

## 【0004】

## 【特許文献1】

特開平8-30327号公報

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の特許文献1に開示された環境認識システムおよび知能ロボットの構成では、複数のセンサ機構および上位から下位までのセンサ情報処理ユニットが常に動作しており、目的物を検出する場合において、センサ情報の処理による負担を少なくするのが難しいという問題があった。また、センシングロボットの低消費電力化も難しいという問題があった。

## 【0006】

本発明はこれらの問題を解決するためになされたものであり、目的物を検出する場合において、センサ情報の処理による負担を少なくし、低消費電力で、短時間で効率的に対象物の詳細な全体情報を得ることのできる群ロボットシステム、当該群ロボットシステムに含まれるセンシングロボット、当該群ロボットシステムに含まれるベースステーション、および当該群ロボットシステムに含まれるフェロモンロボットを提供することを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明のある局面に従うと、群ロボットシステム

は、センサ機能を備える複数のセンシングロボットと、センシングロボットを制御する制御装置とを含む群ロボットシステムであって、制御装置は、センシングロボットが対象物を検出すると、対象物を検出したセンシングロボットとは異なる他のセンシングロボットであって、対象物を検出したセンシングロボットよりもセンサ機能の分解能の高いセンシングロボットに、対象物の追探索をするよう制御することを特徴とする。

#### 【0008】

また、本発明の他の局面に従うと、群ロボットシステムは、センサ機能を備える複数のセンシングロボットと、センシングロボットを制御する制御装置とを含む群ロボットシステムであって、制御装置は、センシングロボットが対象物を検出すると、対象物を検出したセンシングロボットとは異なる他のセンシングロボットであって、対象物を検出したセンシングロボットとはセンサ機能の種類あるいはセンサ情報の処理方法が異なるセンシングロボットに、対象物の追探索をするよう制御することを特徴とする。

#### 【0009】

また、上述の制御装置は、センシングロボットが対象物を検出すると、対象物を検出したセンシングロボットとは異なる、上述の他のセンシングロボットに、対象物近傍へ移動するよう制御することが望ましい。

#### 【0010】

あるいは、上述の制御装置には、センシングロボットの移動を制御するフェロモンロボットが含まれ、フェロモンロボットは、センシングロボットが対象物を検出すると、対象物を検出したセンシングロボットとは異なる、上述の他のセンシングロボットに、フェロモンロボット近傍へ移動するよう制御することが望ましい。

#### 【0011】

また、群ロボットシステムに含まれるセンシングロボットは、羽ばたき運動により羽ばたき飛行可能であることが望ましい。

#### 【0012】

本発明のさらに他の局面に従うと、センシングロボットは、上述の群ロボット

システムに含まれる羽ばたき運動により羽ばたき飛行可能なセンシングロボットであって、制御装置に制御されることを特徴とする。

#### 【0013】

本発明のさらに他の局面に従うと、ベースステーションは、上述の群ロボットシステムに含まれる制御装置に該当し、羽ばたき運動により羽ばたき飛行可能であるセンシングロボットを制御することを特徴とする。

#### 【0014】

本発明のさらに他の局面に従うと、フェロモンロボットは、上述の群ロボットシステムに含まれるフェロモンロボットであって、羽ばたき運動により羽ばたき飛行可能であるセンシングロボットの移動を制御することを特徴とする。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品および構成要素には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがってそれらについての詳細な説明は繰返さない。

#### 【0016】

図1は、本実施の形態における群ロボットシステム100の構成の具体例を示す図である。図1を参照して、本実施の形態における群ロボットシステム100は、ベースステーションBS101と、複数の羽ばたきセンシングロボットCS<sub>n</sub>と、羽ばたきフェロモンロボットFE105とで構成されている。

#### 【0017】

センシングロボットCSおよびフェロモンロボットFE105である羽ばたきロボットの基本的な構成、浮上方法、および制御方法は、特願2001-349132号において本願発明者らが提案した羽ばたきロボットの基本構成、浮上方法、および制御方法を用いるものとする。また、羽ばたきロボットを含む本発明の群ロボットシステム100の基本的な構成については、特願2001-319407号において本願発明者らが提案した群ロボットシステムの基本的な構成を用いるものとする。

## 【0018】

なお、センシングロボットCSは、センサ機能と移動機能と通信機能とを備え、フェロモンロボットFE105は、移動手段と通信手段を備え、センシング機能がついている移動体の動きを直接制御する装置であればよく、上述のように羽ばたき飛行を行なう羽ばたきロボットであることが好ましいが、上述の手段を備えるその他の装置であっても構わない。

## 【0019】

ベースステーションBS101は、通信機能を備える一般的なパーソナルコンピュータやワークステーション等から構築される。そのため、ここでの詳細な構成等の説明は行なわない。本実施の形態におけるベースステーションBS101は、探索結果の情報を処理し、群ロボットシステム100に含まれるロボット群全体を制御する。なお、以下の例においては、ベースステーションBS101は固定されたパーソナルコンピュータやワークステーション等であるものとしているが、移動体、固定いずれであってもよい。

## 【0020】

フェロモンロボットFE105は、群ロボットシステム100がベースステーションBS101を中心にした体系である場合、センシングロボットCS群の外側に位置する。つまり、フェロモンロボットFE105は、センシングロボットCSの移動制御用のロボットであり、同時に、探索範囲を決定するロボットである。そのため、センシングロボットCSは、ベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105との間に存在することになる。本群ロボットシステム100にこのようなフェロモンロボットFE105が含まれることにより、複数のセンシングロボットCSが制御され、ベースステーションBS101による制御が可能な範囲に位置するように、移動が制限される。このことにより、ベースステーションBS101の指示が届かない位置に移動してしまうことによって制御が不能となるセンシングロボットCSが発生することを抑制することができる。このため、群ロボットシステム100の探索範囲を広げるにあたって、群ロボットシステム100におけるセンシングロボットCSのコントロールをより確実に行なうことができる。

**【0021】**

ここで、上述した本願発明者らによる先行する特許出願に記載された事項のうち、本発明にかかるセンシングロボットCSおよびフェロモンロボットFE105である羽ばたきロボットの主な構成および機能であって、本発明の説明に必要な部分を簡単に説明する。

**【0022】**

以下では、本実施の形態の群ロボットシステムに含まれる羽ばたきセンシングロボットCSについての詳細な説明を行なう。フェロモンロボットFE105の基本的な構成もまた、センシングロボットCSと同様である。

**【0023】**

始めに、主要な構成と主要な機能とについて説明する。本実施の形態のセンシングロボットCSの一例としての、羽ばたきロボット90の主要な構成について図13に示す。

**【0024】**

図13を参照して、ロボット90は支持構造1を主構造とし、これに各構成部品が配される。支持構造1の上部には、右アクチュエータ21と左アクチュエータ22とが固定される。右アクチュエータ21には右羽根31が取付けられ、左アクチュエータ22には左羽根32が取付けられる。また、下部に電極61が配される。

**【0025】**

各アクチュエータ21, 22は、それぞれ取付けられた羽31, 32を、アクチュエータの支点A1およびA2をほぼ中心として、3自由度をもって回転させる。各アクチュエータ21, 22の回転は、支持構造1に搭載された制御装置4によって制御される。各アクチュエータの詳細な構造については後述する。

**【0026】**

なお、図13の状態におけるロボット90の重心Oは、左右アクチュエータ21, 22の回転中心の中点A0よりも鉛直下方にある。また、支持構造1には、加速度センサ51、角加速度センサ52、および、焦電型赤外線センサ53が搭載される。また、支持構造1には通信装置7が配される。通信装置7は、ベース

ステーションBSや他のセンシングロボットCSあるいはフェロモンロボットFEとの情報の送受信を行なう。

#### 【0027】

制御装置4は、加速度センサ51および角加速度センサ52から送られてくる情報によって羽ばたきセンシングロボットとしてのロボット90の浮上の状態を検知するとともに、焦電型赤外線センサ53から送られてくる情報によって、焦電型赤外線センサ検出領域内における発熱源の情報を取得する。そして、これらの情報を、通信装置7を介してベースステーションBSや他のセンシングロボットCSに送信する。

#### 【0028】

また、制御装置4は、支持構造1に配された発光ダイオード8のON/OFFを制御する。また、通信装置7は、ベースステーションBSからの指示信号を受信する。制御装置4は、この指示信号に応じて各アクチュエータ21, 22や発光ダイオード8の動作を算出し、それぞれの駆動を決定する。左右アクチュエータ21, 22、制御装置4、センサ51～センサ53、通信装置7、および発光ダイオード8などの駆動動力は、電源6により供給される。

#### 【0029】

電源6は2次電池であり、電極61を経由して供給される電力によって充電される。また、電極61は、当該ロボット90がベースステーションBSに着地する際の、位置決めピンの役割も兼ねている。そのため、ベースステーションBSの位置決め穴に決まった姿勢で定位が可能である。

#### 【0030】

なお、図12においては、電極61は、正極、負極の2本のピンからなっているが、充電状態検出用ピンなどを含む3本以上のピンからなる構成も可能である。

#### 【0031】

次に、ロボット90の支持構造について図13を用いてより詳細に説明する。

支持構造1は、機械的強度を確保した上で十分軽量であることが好ましい。この羽ばたきセンシングロボットとしてのロボット90の支持構造1では、ほぼ球

殻状に整列したポリエチレンテレフタレート（PET）が用いられる。支持構造 1 下部には、着地の際に転倒せぬよう、支持脚が配される。この支持脚は、着地時の安定性が確保されるか、もしくは、着地時の安定性が機能的に問題にならないのであればこれは必須ではない。

#### 【0032】

また、支持構造 1 の材料や形状は、飛行に性能を損なわないならば、図 13 に示すものに限られるものではない。支持構造 1 の材料は、特に、軽量で剛性が高いことが望ましい。例えば、カニやエビなどの生物に使われているキトサンなどの有機物と、シリカゲルなどの無機物とを分子レベルでハイブリッド化した複合材料を用いることにより、カニやエビの外骨格が備える軽くて丈夫な性質を備え、かつ、形状加工が容易となる。すなわち、生物が本来備える最適な組成値をそのまま転用することができる。また、環境に対しても害が少ない。また、貝殻の材料である炭酸カルシウムを前述のキトサンの代わりに用いることでも、剛性の高い支持構造を構築することができる。

#### 【0033】

なお、アクチュエータや羽根の配置形状についても、本実施の形態に示した態様に限られるものではない。

#### 【0034】

特に、本実施の形態では、浮上の安定性を重視して、自然に図 13 に示した姿勢となるように、重心の位置を羽根の力学的作用中心点よりも下に位置させたが、重心と力学的作用点の位置とを一致させる方が姿勢制御に必要な左右の羽根の流体力の差が最も小さくて済むので、ロボット 90 の姿勢を容易に変更することができる。よって、このような姿勢制御の容易さを優先した設計も考えられる。

#### 【0035】

本実施の形態における群ロボットシステム 100 が上述のように構成され、上述のように機能することで、GPS（Global Positioning System）等の装置を用いることなく、ロボットのセンシングと、動き制御のための通信経路、方式を用いてセンシングロボットの位置同定とを行なうことができる。

#### 【0036】

2

また、本実施の形態における群ロボットシステム100は、センシングロボットの位置同定においてそれぞれのセンシングロボットCS同士、またはベースステーションBSとセンシングロボットCSとの間の通信の、距離および通信電力（パワー）を、ベースステーションBSとセンシングロボットCSとが1対1で通信を行なう場合に比較して小さくすることができるため、センシングロボットCSそれぞれの通信機構の小型化または軽量化を図りながら、ベースステーションBSからのセンシングロボットCSの位置同定が可能になる。

#### 【0037】

本実施の形態においては、図1に示される群ロボットシステム100を、例えば、1辺、最小数10メートルから最大数キロメートル平方の面積の部分から火事や人などの熱源の探索、COなどの有毒ガスや有毒放射線の探索、地雷などの金属探査、都市設計のための3次元の画像データの収集などに用いる。

#### 【0038】

例えば、上述の、都市全体の有毒ガスや有毒放射線の探索を行なう場合には、群ロボットが一度に全ての市街地を探索するのではなく、数分の1に分割された市街地を、ベースステーションBS101を中心として位置した探索用の羽ばたきセンシングロボットCS群が、目的物の探索を行なう。センシングロボットCS群が、上記の数分の1に分割された市街地の有毒ガスや有毒放射線の探索を終えると、ベースステーションBS101が次の数分の1に分割された市街地の探索をするために徐々に移動を始め、目的地の市街地領域に来ると停止する。

#### 【0039】

ベースステーションBS101の移動に追従して、フェロモンロボットFE105、センシングロボットCSが移動を始める。ベースステーションBS101が次の市街地領域で移動を停止すると、センシングロボットCS群は、ベースステーションBS101を中心として位置して、分割された市街地の有毒ガスや有毒放射線の探索を行なう。

#### 【0040】

このようにして、本実施の形態の群ロボットシステム100においては、分割された区域をセンシングロボットCS群で探索する。そして、センシングロボッ

トCSは、探索結果をベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105とに送る。フェロモンロボットFE105は、対象物の有無についての情報を受取って、センシングロボットCSに対して探索を続行するための制御を行なう。ベースステーションBS101は、探索結果を処理する。そして、区域の探索終了後、群ロボットシステム100全体は、ベースステーションBS101を中心に移動しながら次の区域の探索を行なう。このように、この移動の動作を繰返しながらか体面積の探索を行なう。

#### 【0041】

以下に、本群ロボットシステム100における対象物(Object)の検出方法について述べる。本群ロボットシステム100において、センシングロボットCS<sub>n</sub>は対象物を検出し、対象物の有無についての情報をフェロモンロボットFE105に対して伝える。

#### 【0042】

図1は、本実施の形態における群ロボットシステム100の構成の初期状態の具体例であって、対象物(Object)を検出する前のセンシングロボットCS<sub>n</sub>の位置関係と、各々のセンシングロボットCSの探索能力(分解能およびセンサ機能のON/OFF)とを模式的に示している。

#### 【0043】

図1を参照して、始めに、対象物を検出する前には、センシングロボットCS30~CS34(分解能R104)、およびセンシングロボットCS20~CS24(分解能R103)のうち、ベースステーションBS101から遠いセンシングロボットCS30~CS34のセンサ機能がまずONになっている。

#### 【0044】

ここで、センシングロボットCSの時間あたりの移動距離は、次にベースステーションBS101から遠いセンシングロボットCSに比べて大きい。つまり、センシングロボットCSの羽ばたき周波数が、次にベースステーションBS101から遠いセンシングロボットCSの羽ばたき周波数に比べて大きい。このため、全てのセンシングロボットCSにおいて、センサの精度およびサンプリング速度が同じである場合には、上記の単位時間あたりの移動距離との関係から、セン

シングロボットCSの目的物検出のための分解能は、次にベースステーションBS101から遠いセンシングロボットCSの分解能に比べて低分解能である。

【0045】

すなわち、ベースステーションBS101から遠い、群ロボットシステム100の外側のセンシングロボットCS30～CS34は、内側のセンシングロボットCS20～CS24よりはばたき速度が速いために、分解能R104がセンシングロボットCS20～CS24の分解能R103より低く設定されている。

【0046】

本群ロボットシステム100では、始めに、この外側のセンシングロボットCS30～CS34のセンサ機能がONとなるようベースステーションBS101が制御し、外側のセンシングロボットCS30～CS34で対象物の探索を始める。このとき、分解能が高いセンシングロボットCS20～CS24（分解能R103；>R104）のセンサ機能はOFFとなるようベースステーションBS101が制御している。よって、この時点では、センシングロボットCS20～CS24は、探索動作を行っていない。

【0047】

次に、センシングロボットCS30が、対象物を発見した場合の、群ロボットシステム100の構成の2次状態の具体例について図2に示す。

【0048】

図2を参照して、センシングロボットCS30が対象物（Object）を発見した場合、センシングロボットCS30からフェロモンロボットFE105に、対象物の検出を通知する情報が送られる（図2において点線にて示されている）。フェロモンロボットFE105は、センシングロボットCS30からこの情報を受けて、対象物近傍に移動する。このフェロモンロボットFE105の移動は、フェロモンロボットFE105の記憶装置に記憶されるプログラムに予め定められており、フェロモンロボットFE105のCPU（Central Processing Unit）等からなる制御装置が、記憶装置からプログラムを読出して実行することによって実現される。

【0049】

次に、センシングロボットCS30から検出情報を受けたフェロモンロボットFE105は、図3に示すように、対象物を最初に検出したセンシングロボットCS30より、分解能が高いセンシングロボットCSであって、比較的近傍のセンシングロボットCS20, CS21, CS23に対象物の検出を伝える（図3において長破線にて示されている）。センシングロボットCS20, CS21, CS23は、フェロモンロボットFE105からの信号を受けると、センシング機能をONにして探索動作（追探索）を開始する。すなわち、フェロモンロボットFE105は、センシングロボットCS20, CS21, CS23に対して、センサ機能をONにするよう制御信号を送る。また、フェロモンロボットFE105は、センシングロボットCS20, CS21, CS23に対して、フェロモンロボットFE105に向かって移動するよう制御信号も送る。

#### 【0050】

次に、センシング機能をONにして探索動作（追探索）を開始したセンシングロボットCS20, CS21, CS23は、図4に示すように、対象物の近傍であって、信号を送るフェロモンロボットFE105に向かって移動する。そして、対象物の近傍で、対象物を最初に検出したセンシングロボットCS30より高分解能のセンシング機能で、探索を続ける。

#### 【0051】

なお、本実施の形態においては、本群ロボットシステム100に、分解能の異なるセンシングロボットCSである、分解能が2段構成であるセンシングロボットCSが含まれるものとしているが、分解能が3段以上の構成であるセンシングロボットCSが含まれる場合であっても同様である。

#### 【0052】

上述の対象物の検出方法は、分解能が異なる複数のセンシングロボットCS<sub>n</sub>を用いて対象物を検出する方法であるが、その他の検出方法もある。以下に、備えるセンサ機能の異なる複数のセンシングロボットCS<sub>n</sub>を用いて対象物を検出する場合の対象物の検出方法について述べる。

#### 【0053】

図5は、この場合の本群ロボットシステム100の構成の初期状態の具体例で

あって、対象物 (Object) を検出する前のセンシングロボットCS<sub>n</sub>の位置関係と、各々のセンシングロボットCSの検出機能 (センサ種類およびセンサ機能のON/OFF) とを模式的に示している。

#### 【0054】

図5を参照して、始めに、センシングロボットCS30～CS34は赤外線センサを備え、センシングロボットCS20はイメージセンサを備え、センシングロボットCS21はガス検出センサを備え、センシングロボットCS22, CS23は放射線検出センサを備え、センシングロボットCS24はガス検出センサを備えるものとする。これらのセンシングロボットCS30～CS34、およびセンシングロボットCS20～CS24のうち、ベースステーションBS101から遠いセンシングロボットCS30～CS34のセンサ機能がまずONになっている。本実施においては、始めに、同じ種類のセンサ機能を備える複数のセンシングロボットCSロボットにより目的物の探索を始める。具体的には、赤外線センサを備えるセンシングロボットCS30～CS34により目的物の探索を始める。

#### 【0055】

本群ロボットシステム100では、始めに、この外側のセンシングロボットCS30～CS34のセンサ機能がONとなるようベースステーションBS101が制御し、外側のセンシングロボットCS30～CS34で対象物の探索を始める。このとき、他のセンサ機能を備えるセンシングロボットCS20～CS24 (イメージセンサ、ガス検出センサ、放射線センサ) のセンサ機能はOFFとなるようベースステーションBS101が制御している。よって、この時点では、センシングロボットCS20～CS24は、探索動作を行っていない。

#### 【0056】

次に、センシングロボットCS30が、対象物を発見した場合の、群ロボットシステム100の構成の2次状態の具体例について図6に示す。

#### 【0057】

図6を参照して、センシングロボットCS30が対象物 (Object) を発見した場合、センシングロボットCS30からフェロモンロボットFE105に

、対象物の検出を通知する情報が連絡される（図 6 において点線にて示されている）。フェロモンロボット FE105 は、センシングロボット CS30 からこの情報を受けて、対象物近傍に移動する。ここでのフェロモンロボット FE105 の移動は、上に述べたフェロモンロボット FE105 の移動と同様であるため、ここでの説明を繰返さない。

#### 【0058】

次に、センシングロボット CS30 から検出情報を受けたフェロモンロボット FE105 は、図 7 に示すように、対象物を最初に検出したセンシングロボット CS30 とは異なるセンシング機能（センサ）を備えるセンシングロボット CS であって、比較的近傍のセンシングロボット CS20, CS21, CS23 に対象物の検出を伝える（図 7 において長破線にて示されている）。センシングロボット CS20, CS21, CS23 は、フェロモンロボット FE105 からの信号を受けると、センシング機能を ON にして探索動作（追探索）を開始する。すなわち、フェロモンロボット FE105 は、センシングロボット CS20, CS21, CS23 に対して、センサ機能を ON にするよう制御信号を送る。また、フェロモンロボット FE105 は、センシングロボット CS20, CS21, CS23 に対して、フェロモンロボット FE105 に向かって移動するよう制御信号も送る。

#### 【0059】

次に、センシング機能を ON にして探索動作（追探索）を開始したセンシングロボット CS20, CS21, CS23 は、図 8 に示すように、対象物の近傍であって、信号を送るフェロモンロボット FE105 に向かって移動した後、対象物の近傍で、対象物を最初に検出したセンシングロボット CS30 とは異なる種類のセンシング機能で、探索を続ける。図 8 に示される例では、イメージセンサ（CS20）、ガス検出センサ（CS21）、放射線検出センサ（CS23）等を用いて探索を続ける。

#### 【0060】

なお、本実施の形態においては、初期の比較的多数センシングロボット CS で用いるセンサを赤外線センサ、次の二次的な比較的少数のセンシングロボット C

Sで用いるセンサをイメージセンサ、ガス検出センサ、および放射線検出センサとしたが、用いられるセンサ機能はこれに限られるものではない。対象物の特徴により、それに対する適切なセンサが選択され用いられることが好ましい。また本実施の形態においては、センシングロボットCSが異なる種類のセンサ機能を備える場合について示しているが、センシングロボットCSの備えるセンサ機能が同じでそのセンサ情報の処理方法が異なるものであってもよい。

#### 【0061】

なお、本実施の形態においては、本群ロボットシステム100に、センサ機能の種類の異なるセンシングロボットCSである、備える機能が初期検出センサおよび2次検出センサの2段構成であるセンシングロボットCSが含まれるものとしているが、センサ機能の種類が3段以上の構成であるセンシングロボットCSが含まれる場合であっても同様である。

#### 【0062】

このように、本群ロボットシステム100では、探索を行なうに際して、常に全てのセンサが、動作しているのではないため低消費電力である。また、対象物を検出後、異なる種類のセンサまたはセンサ情報の処理方法が異なるセンシングロボットを用いて追探索することにより、短時間で簡単に目的物の詳細な全体情報を得ることができる。また、1つのセンシングロボットCSに、異なる種類のセンサまたはセンサ情報の処理方法を備える場合においては、他のセンシングロボットに追探索を行なわせる上述の例に替えて、対象物を検出したセンシングロボットで用いるセンサの種類、処理方法を変更することにより、効率的に、再度目的値の違った情報を検出することができる。これは、対象物の検出情報を受けたフェロモンロボットFE105あるいはベースステーションBS101が、センサの種類の変更あるいは処理方法の変更を制御する制御信号を対象物を検出したセンシングロボットに送ることによって実現される。

#### 【0063】

そして、本群ロボットシステム100においてセンシングロボットCSが対象物を発見すると、対象物の有無についての情報がフェロモンロボットFE105に対して伝えられ、同時に、位置情報などのセンサ情報がセンシングロボットC

SからベースステーションBS101に対して伝えられる。また、センシング能力やセンサの変更指示などの制御情報が、ベースステーションBS101からセンシングロボットCSに対して伝えられる。そこで、次に、本群ロボットシステム100における、センシングロボットCSとベースステーションBS101との通信について述べる。ここでは、上述の図8に示される追探索を開始した後における通信について述べる。図9は、本群ロボットシステム100において通信を行なう際の配置の具体例を示す図である。

#### 【0064】

図9を参照して、図8で示される追探索を行なっているセンシングロボットCS20（イメージセンサ）、CS21（ガス検出センサ）、CS23（放射線センサ）、CS30（赤外線センサ）は、始めに、探索動作を停止した状態の（図9においてはOFF表示で示されている）センシングロボットCS31に対して、探索情報を通信する。

#### 【0065】

次に、センシングロボットCS20、CS21、CS23、CS30から探索情報を受信したセンシングロボットCS31は、探索を停止した状態のセンシングロボットCS32に対して、探索情報を通信する。さらに、センシングロボットCS32はセンシングロボットCS33に対して、次にセンシングロボットCS33はセンシングロボットCS34に対して、次にセンシングロボットCS34はベースステーションBS101に対して、順番に探索情報を通信する。

#### 【0066】

ここで、センシングロボットCS31、CS32、CS33、CS34は、対象物を検出した以外のセンシングロボットであり、センシングロボットCS30が対象物を検出した以後は、探索を停止している。また、センシングロボットCS31、CS32、CS33、CS34は、上述の通信を行なうために、ベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105との間に、ほぼ一直線に位置する。そして、この通信用のセンシングロボットCS31、CS32、CS33、CS34が羽ばたきロボットである場合、これらはホバリング状態にある。

## 【0067】

このような通信における配置は、対象物を検出したセンシングロボットCS30が、最も近くに存在するセンシングロボットCS31に対して探索情報を通信することで、センシングロボットCS31がベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105との間に移動し、さらに、センシングロボットCS31が最も近くに存在するセンシングロボットCS32がベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105との間に移動し、以降、順次、探索情報を受取ったセンシングロボットCSがベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105との間に移動することで、実現される。あるいは、センシングロボットCS30が対象物を検出した際に、その旨の情報を受取ったフェロモンロボットFE105が、センシングロボットCS31, CS32, CS33, CS34に対して、ベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105との間に、ほぼ一直線に位置するよう制御することによって実現されてもよい。また、センシングロボットCS31, CS32, CS33, CS34は、上述のように配置した後、順次探索情報を受信することで、ホバリング状態に移行することが好ましい。この、ホバリング状態への移行は、探索情報と共にホバリング状態への移行を制御する制御信号が送られることで実現されてもよいし、センシングロボットCSの（後述する）記憶装置に記憶されているプログラムを（後述する）制御装置が読出して実行することで実現されてもよい。

## 【0068】

本群ロボットシステム100においてこのような通信方法が行なわれるため、それぞれのセンシングロボットCS同士の間またはベースステーションBS101とセンシングロボットCSとの間の通信の距離を、ベースステーションBS101とセンシングロボットCSとが1対1で通信を行なう場合に比較して短くすることができる。すなわち、ベースステーションBS101およびセンシングロボットCSの通信強度は、本群ロボットシステム100全体の通信エリアをカバーする通信強度である必要がなく、通信経路において隣り合うセンシングロボットCSに対する通信を確保できる通信強度さえあればよい。よって、本群ロボットシステム100全体の通信エリアをカバーする通信強度に比べ、弱い通信強度

でよく、通信のための消費電力が少なくて済む。そのため、センシングロボットCSそれぞれの通信機構の小型化または軽量化を図りながら、ベースステーションBS101が停止している状態での探索範囲を広げることができる。

#### 【0069】

なお、図9においては、センシングロボットCS20が、センシングロボットCS31に対して探索情報を通信している場合（図9において実線）が示されているが、複数のセンシングロボットCSがセンシングロボットCS31に対して探索情報を通信する場合（図9において長破線）には、時分割で、センシングロボットCS20、CS21、CS23、CS30、CS20の順で、各々がセンシングロボットCS31に対して探索情報を通信する。

#### 【0070】

また逆に、ベースステーションBS101から対象物を検出しているセンシングロボットCS20に情報を伝達する場合、上記のルートの流れを逆にし、ベースステーションBS101、センシングロボットCS34、CS33、CS32、CS31、CS20の順に信号が流れる。

#### 【0071】

なお、図9においては、通信経路として1本の経路である場合を示したが、図10に示すように、複数の通信経路があってもよい。図10においては、第1の経路（センシングロボットCS30、CS22、CS24、CS25）、第2の経路（センシングロボットCS31、CS32、CS33、CS34）、および第3の経路（センシングロボットCS35、CS36、CS37、CS38）の3経路が示されている。このときの通信経路に位置するセンシングロボットCSの条件は、図9に示される場合と同じである。すなわち、通信経路に位置するセンシングロボットCSは、いずれも探索機能はOFFされており、また、双方向通信機能を備え、羽ばたきロボットである場合はホバリング状態である。

#### 【0072】

通信経路の違いは、スペクトラム通信の符号により識別する。各々のセンシングロボットCSがスペクトラム通信の符号を識別することによって、それぞれの3経路に位置する通信路のセンシングロボットCSには、当該経路に対応したセ

ンシングロボットCSからのセンサ情報が通信される。そのため、各経路には、異なる種類のセンサ機能を備えるセンシングロボットCSからの、異なる種類のセンサ情報が通信される。すなわち、第1の経路に位置するセンシングロボットCSは、放射線検出センサを備えるセンシングロボットCS23からのセンサ情報を通信し、第2の経路に位置するセンシングロボットCSは、イメージセンサを備えるセンシングロボットCS20からのセンサ情報を通信し、第3の経路に位置するセンシングロボットCSは、ガス検出センサを備えるセンシングロボットCS21からのセンサ情報を通信する。そして、ベースステーションBS101は、上述の3系統から受信したセンサ情報を、時分割することにより処理する。このようにセンサ機能の異なるセンシングロボットCSからのセンサ情報を、各々異なる通信経路に位置するセンシングロボットCSを用いて通信することによって、本群ロボットシステム100では、高速に高精度の探索処理を行なうことができる。

#### 【0073】

ここで、図10に示される通信経路が3系統である場合には、図9に示される1系統の場合と同じく、各通信経路に位置するセンシングロボットCSは、ベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105との間で、ほぼ一直線に位置する。そして、この通信用のセンシングロボットCSが羽ばたきロボットである場合、第1～第3の経路に位置する通信用のセンシングロボットCSは、ホバリング状態である。

#### 【0074】

なお、図10においては、複数の経路に、異なるセンサ機能を備えるセンシングロボットCSからの種類の異なるセンサ情報が通信される場合を示したが、図11に示すように、複数の通信経路に、同じセンシングロボットCSからの1種類のセンサ情報が通信されてもよい。図11においては、図10に示される場合と同様に、第1の経路（センシングロボットCS30, CS22, CS24, CS25）、第2の経路（センシングロボットCS31, CS32, CS33, CS34）、および第3の経路（センシングロボットCS35, CS36, CS37, CS38）の3経路が示されている。図11に示される場合においても、通

信経路が3経路あるが、通信経路に位置するセンシングロボットCSの条件は、図9および図10に示される場合と同じである。すなわち、通信経路に位置するセンシングロボットCSは、いずれも探索機能はOFFされており、また、双方向通信機能を備え、羽ばたきロボットである場合はホバリング状態である。

#### 【0075】

また、ここでも、通信経路の違いは、スペクトラム通信の符号により識別する。図11に示される場合には、それぞれの3経路に位置する通信路のセンシングロボットCSに、同じセンシングロボットCSからの信号が通信される。すなわち、図11に示すように、第1～第3の経路に位置する通信路のセンシングロボットCSは、センシングロボットCS20のイメージセンサのセンサ情報を通信する。そして、ベースステーションBS101は、上述の3系統からの受信したセンサ情報を、時分割することにより処理する。このように同じ種類のセンサ情報を、別の通信経路に位置する複数のセンシングロボットCSを用いてベースステーションBS101に対して通信することによって、本群ロボットシステム100におけるセンサ情報の信頼性を高めることができる。

#### 【0076】

ここで、図11に示される通信経路が3系統である場合には、図9および図10に示される場合と同じく、各通信経路に位置するセンシングロボットCSは、ベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105との間で、ほぼ一直線に位置する。そして、この通信用のセンシングロボットCSが羽ばたきロボットである場合、第1～第3の経路に位置する通信用のセンシングロボットCSは、ホバリング状態である。

#### 【0077】

なお、図10においては、センシングロボットCS20が、センシングロボットCS31に対して探索情報を通信している場合（図10において実線）が示されているが、複数のセンシングロボットCSがセンシングロボットCS31に対して探索情報を通信する場合（図10において長破線）には、時分割で、センシングロボットCS20、CS30、CS20の順で、各々がセンシングロボットCS31に対して探索情報を通信する。

## 【0078】

図12は、通信体系が、前記ベースステーションBS101を最上層として、複数の通信用ロボット同士で複数層を構成する階層構造をなす群ロボットシステムの具体例を示す図である。図12で示すように、CS20（イメージセンサ）、CS21（ガス検出センサ）、CS23（放射線センサ）、CS30（赤外線センサ）から、探索動作を停止した状態の（図ではOFF表示）センシングロボットCS31に、探索情報を通信する。センシングロボットCS31から、探索を停止した状態の上位のセンシングロボットCS25に、センシングロボットCS25から上位のセンシングロボットCS11に、センシングロボットCS11からベースステーションBS101に通信が行なわれる。センシングロボットCS31、CS25、CS11は、対象物を検出した以外のロボットまたは探索を行なわないロボットであり、センシングロボットCS30が対象物を検出した以後に、探索を停止している。また、通信を行なうセンシングロボットCS31、CS25、CS11は、ベースステーションBS101とフェロモンロボットFE105との間で、ほぼ一直線上に並んでいる。通信用のロボットが羽ばたきロボットである場合、センシングロボットCS31、CS25、CS11はホバリング状態にある。図10の例では、センシングロボットCS20からセンシングロボットCS31に情報が通信されているが、複数のセンシングロボットからCS31に通信される場合には、時分割で、センシングロボットCS20からセンシングロボットCS21、センシングロボットCS21からセンシングロボットCS23、センシングロボットCS23からセンシングロボットCS30、センシングロボットCS30からセンシングロボットCS20の順で、センシングロボットCS31に情報が通信される。

## 【0079】

また逆に、ベースステーションBS101から対象物を検出しているセンシングロボットCS20に情報を伝達する場合、上記のルートの流れを逆にし、ベースステーションBS101、センシングロボットCS11、CS25、CS31、CS20の順に信号が流れる。

## 【0080】

このように、本群ロボットシステム 100 を用いて対象物の検索を行なうことにより、短時間で効率的に目的物の詳細な全体情報を得ることができる。

#### 【0081】

また、本群ロボットシステム 100 では、多くのセンシングロボット CS が移動しながら目的物を検出する場合において、センサ情報の処理、通信による負担を少なくすることができ、対象物を検出後、障害物の形状、温度、危険物等のセンシング情報として、より精度の高い情報を得ることができる。また、対象物が検出された場合においても、ベースステーション BS 101 においてマルチタスクでセンサ情報の処理を行なうため、より早く次の目的物を検出することができる。

#### 【0082】

なお、以上の実施の形態においては、センサ機能あるいは通信機能を備えるセンシングロボット CS、および直接動きの制御を行なう中継機であるフェロモンロボット FE 105 が、羽ばたきロボットである場合について示したが、本発明においてそれらは限定されず、センシングロボット CS はセンサ機能および通信機能を備える移動体、また、フェロモンロボット FE 105 は動きを制御するベースステーション BS 101 からの中継機であればよい。

#### 【0083】

さらに、このような群ロボットシステム 100 の制御方法を、プログラムとして提供することもできる。このようなプログラムは、コンピュータに付属するフレキシブルディスク、CD-ROM、ROM、RAM およびメモリカードなどのコンピュータ読取り可能な記録媒体にて記録させて、プログラム製品として提供することもできる。あるいは、コンピュータに内蔵するハードディスクなどの記録媒体にて記録させて、プログラムを提供することもできる。また、ネットワークを介したダウンロードによって、プログラムを提供することもできる。

#### 【0084】

提供されるプログラム製品は、ハードディスクなどのプログラム格納部にインストールされて実行される。なお、プログラム製品は、プログラム自体と、プログラムが記録された記録媒体とを含む。

## 【0085】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態の群ロボットシステム100の構成の初期状態の具体例を示す図である。

【図2】 本実施の形態の群ロボットシステム100の構成の2次状態の具体例を示す図である。

【図3】 本実施の形態の群ロボットシステム100の構成の3次状態の具体例を示す図である。

【図4】 本実施の形態の群ロボットシステム100の構成の4次状態の具体例を示す図である。

【図5】 本実施の形態の群ロボットシステム100の構成の初期状態の具体例を示す図である。

【図6】 本実施の形態の群ロボットシステム100の構成の2次状態の具体例を示す図である。

【図7】 本実施の形態の群ロボットシステム100の構成の3次状態の具体例を示す図である。

【図8】 本実施の形態の群ロボットシステム100の構成の4次状態の具体例を示す図である。

【図9】 本群ロボットシステム100において通信を行なう際の配置の具体例を示す図である。

【図10】 本群ロボットシステム100において通信を行なう際の配置の具体例を示す図である。

【図11】 本群ロボットシステム100において通信を行なう際の配置の具体例を示す図である。

【図12】 本群ロボットシステム100において通信を行なう際の配置の

具体例を示す図である。

【図 13】 本実施の形態のセンシングロボット CS である羽ばたきロボット 90 の構造を示す図である。

【図 14】 従来の環境認識システムの具体例を示す図である。

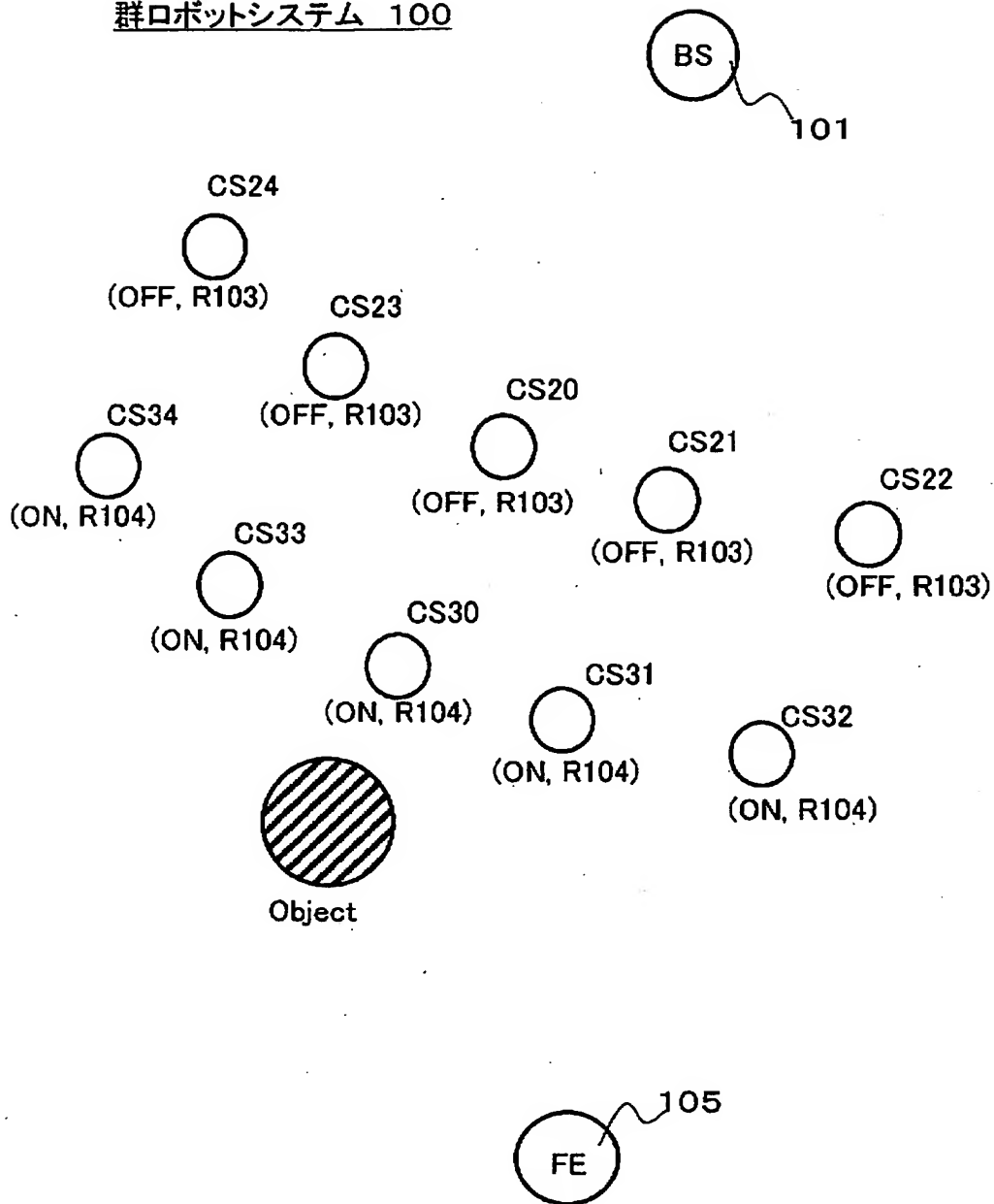
【符号の説明】

1 支持構造、4 制御装置、6 電源、7 通信装置、8 発光ダイオード、21, 22 アクチュエータ、31, 32 羽、51 加速度センサ、52 角加速度センサ、53 焦電型赤外線センサ、61 電極、90 ロボット、100 群ロボットシステム、101, BS ベースステーション、105, FE フェロモンロボット、CS センシングロボット。

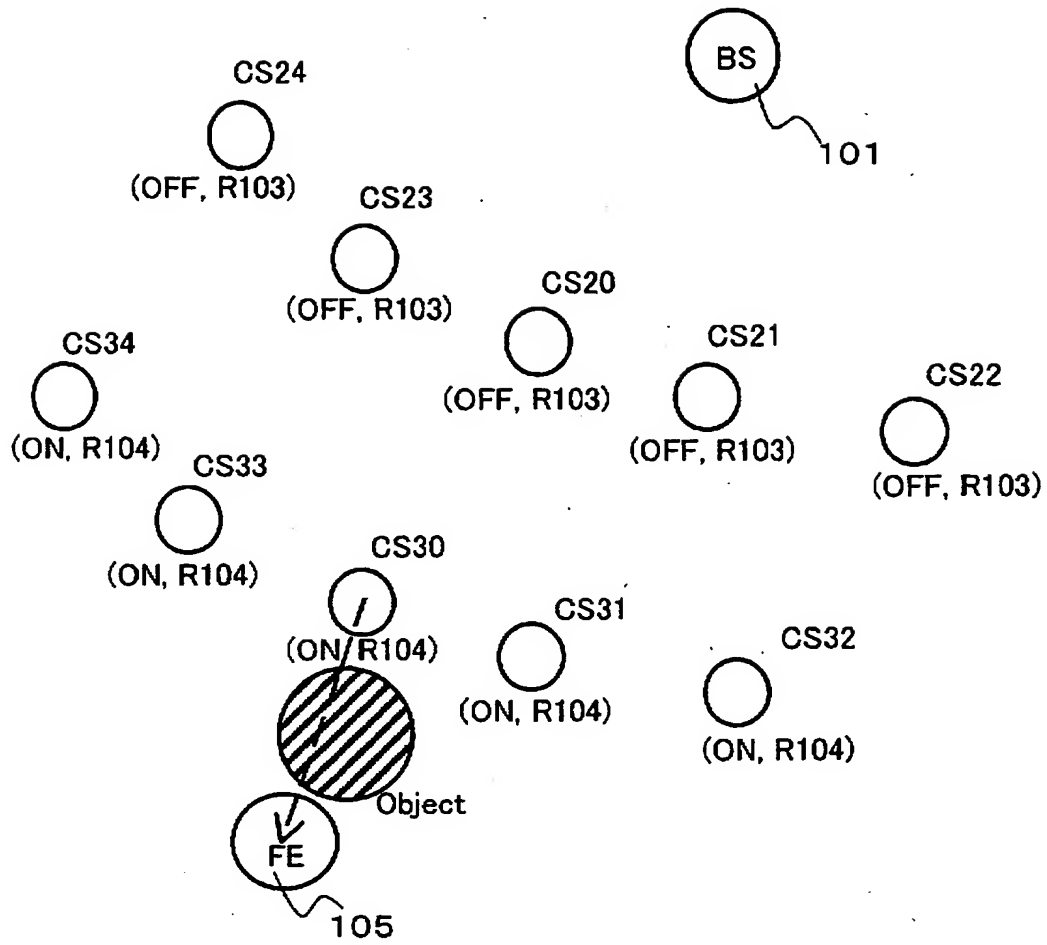
【書類名】 図面

【図 1】

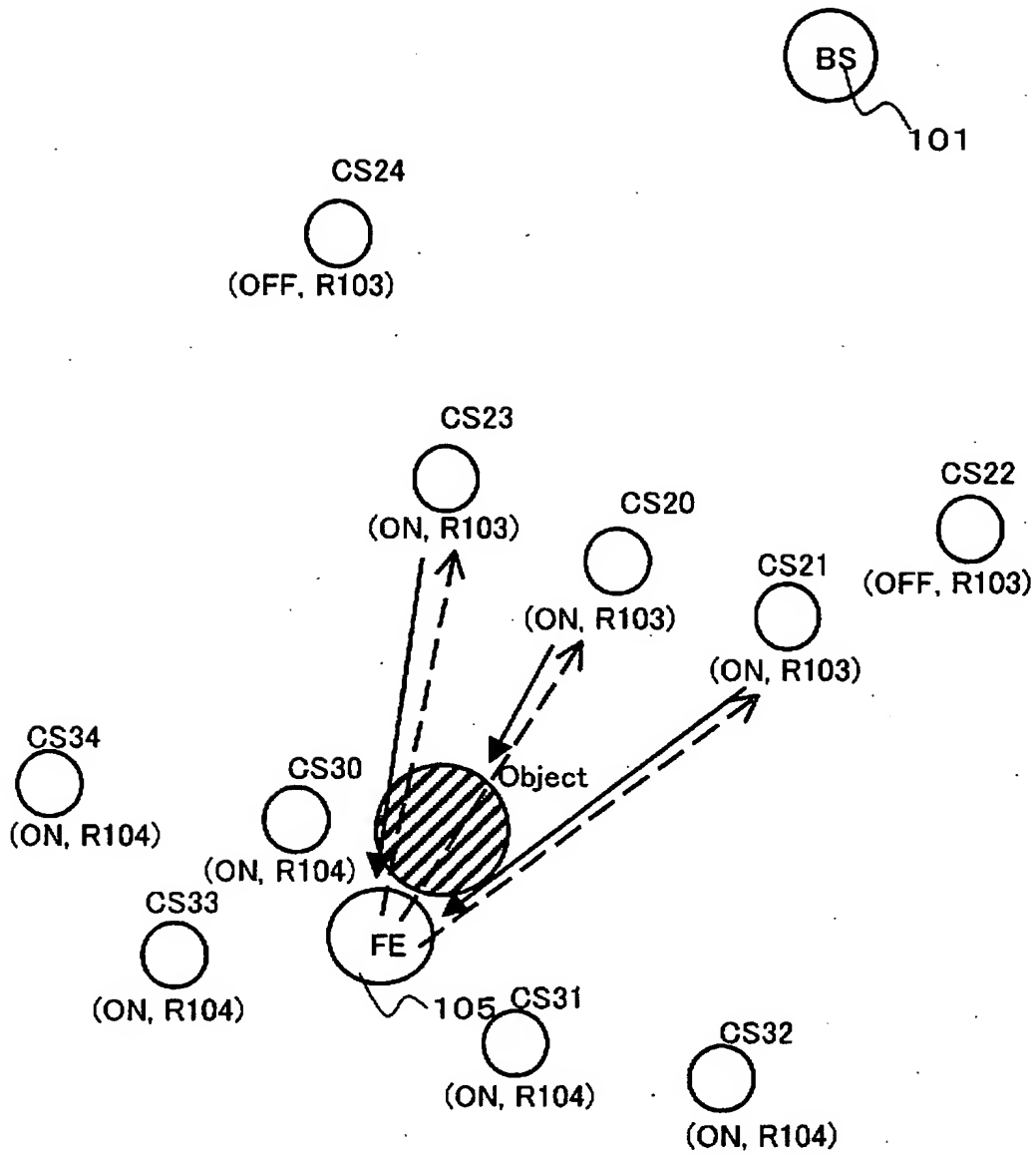
群ロボットシステム 100



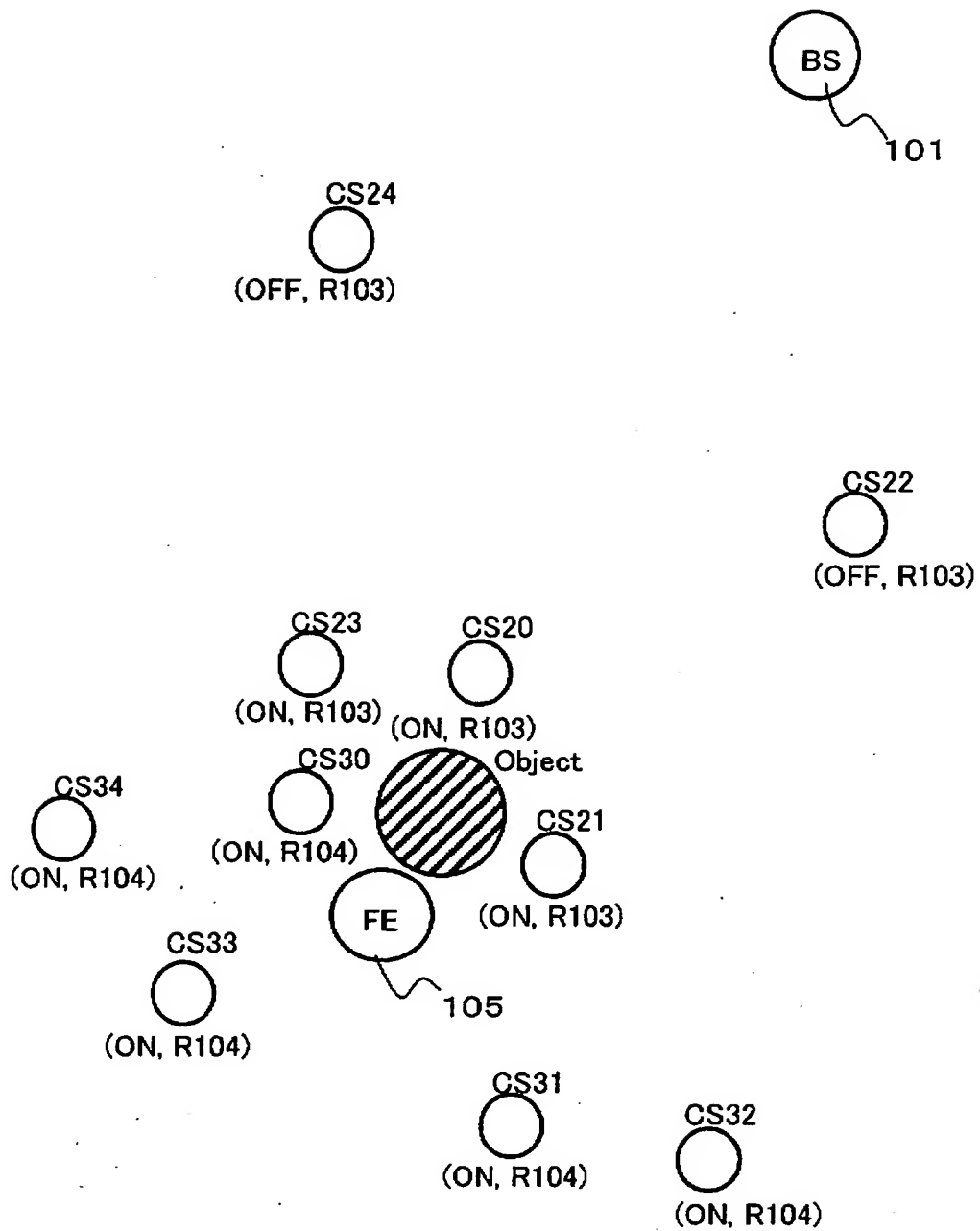
【図 2】



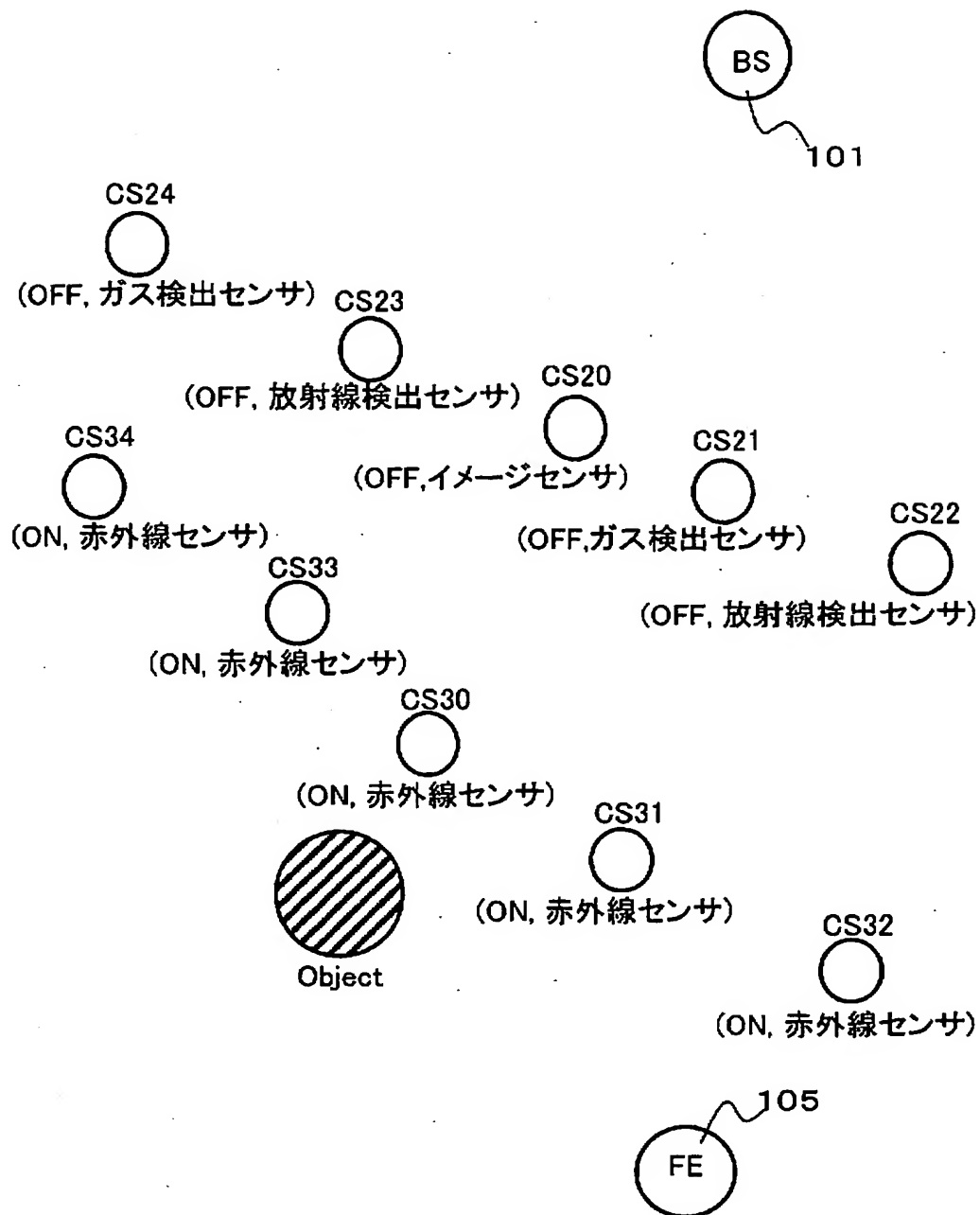
【図 3】



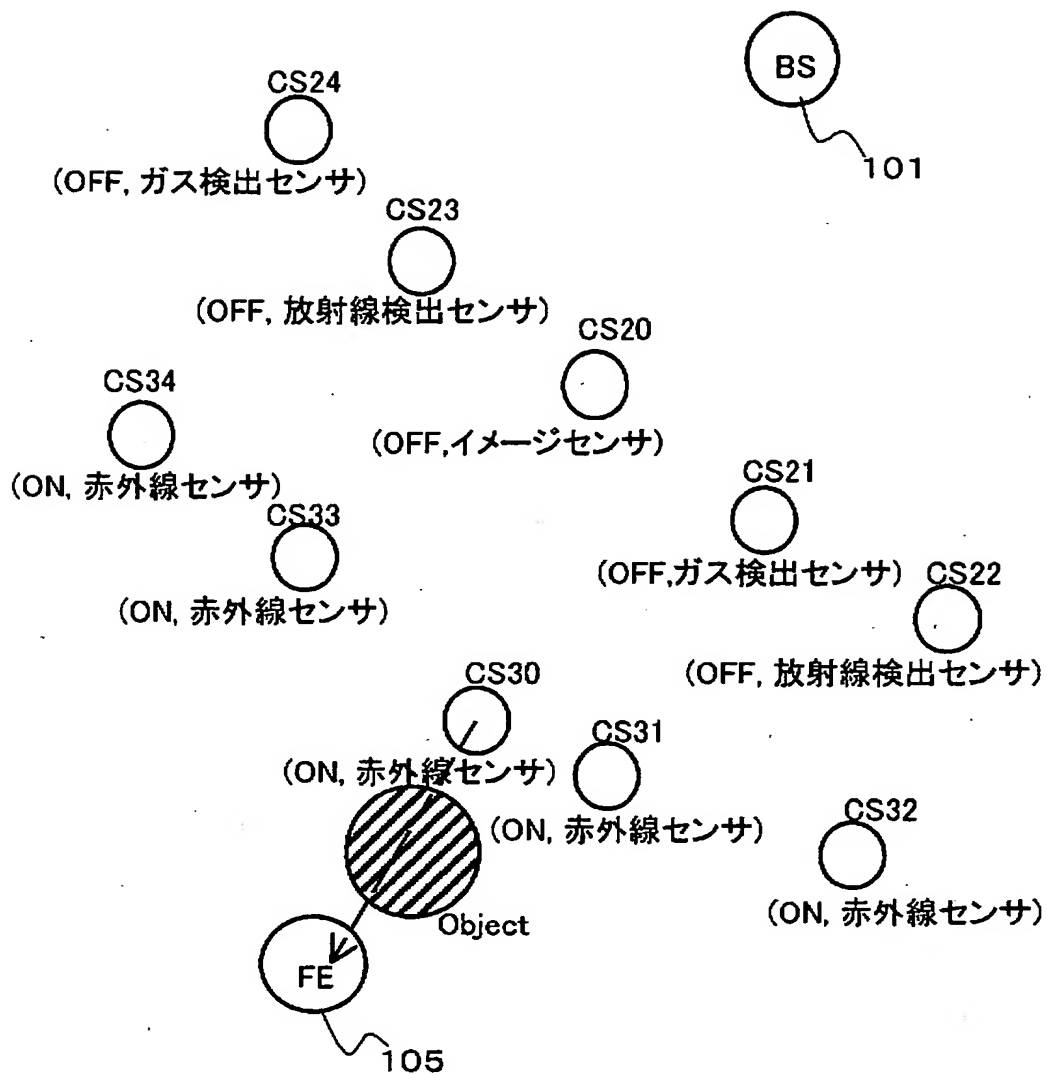
【図 4】



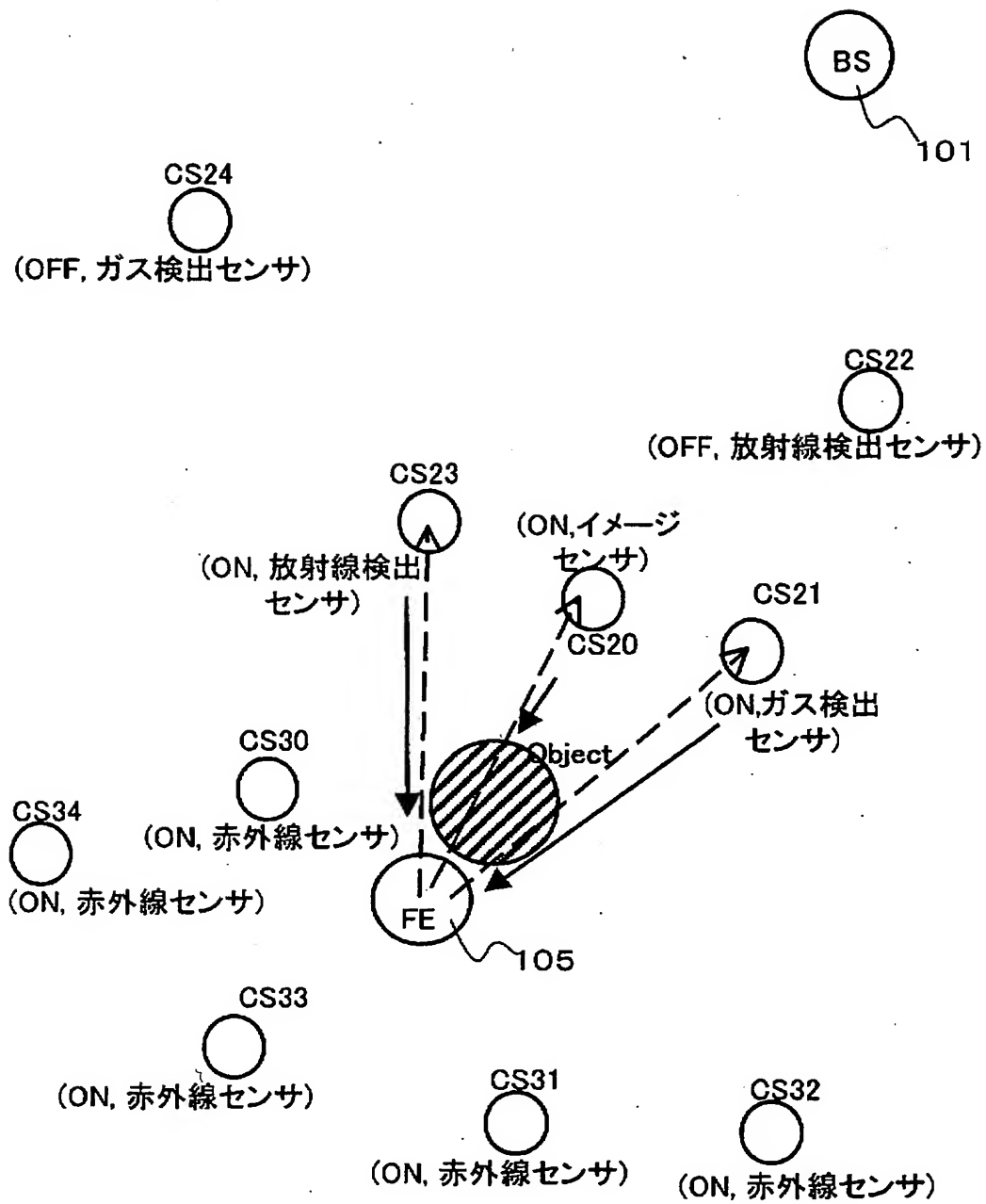
【図 5】



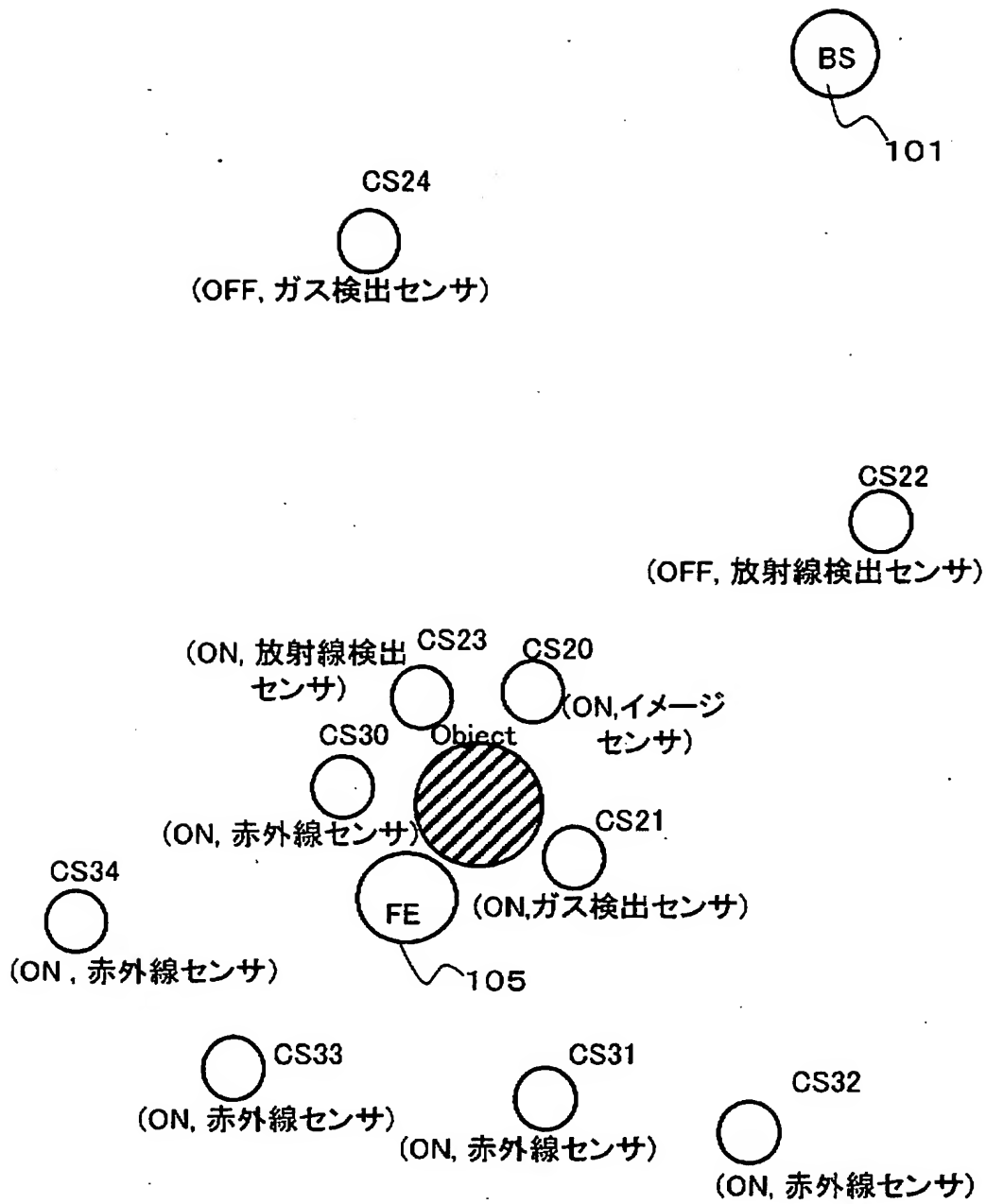
【図 6】



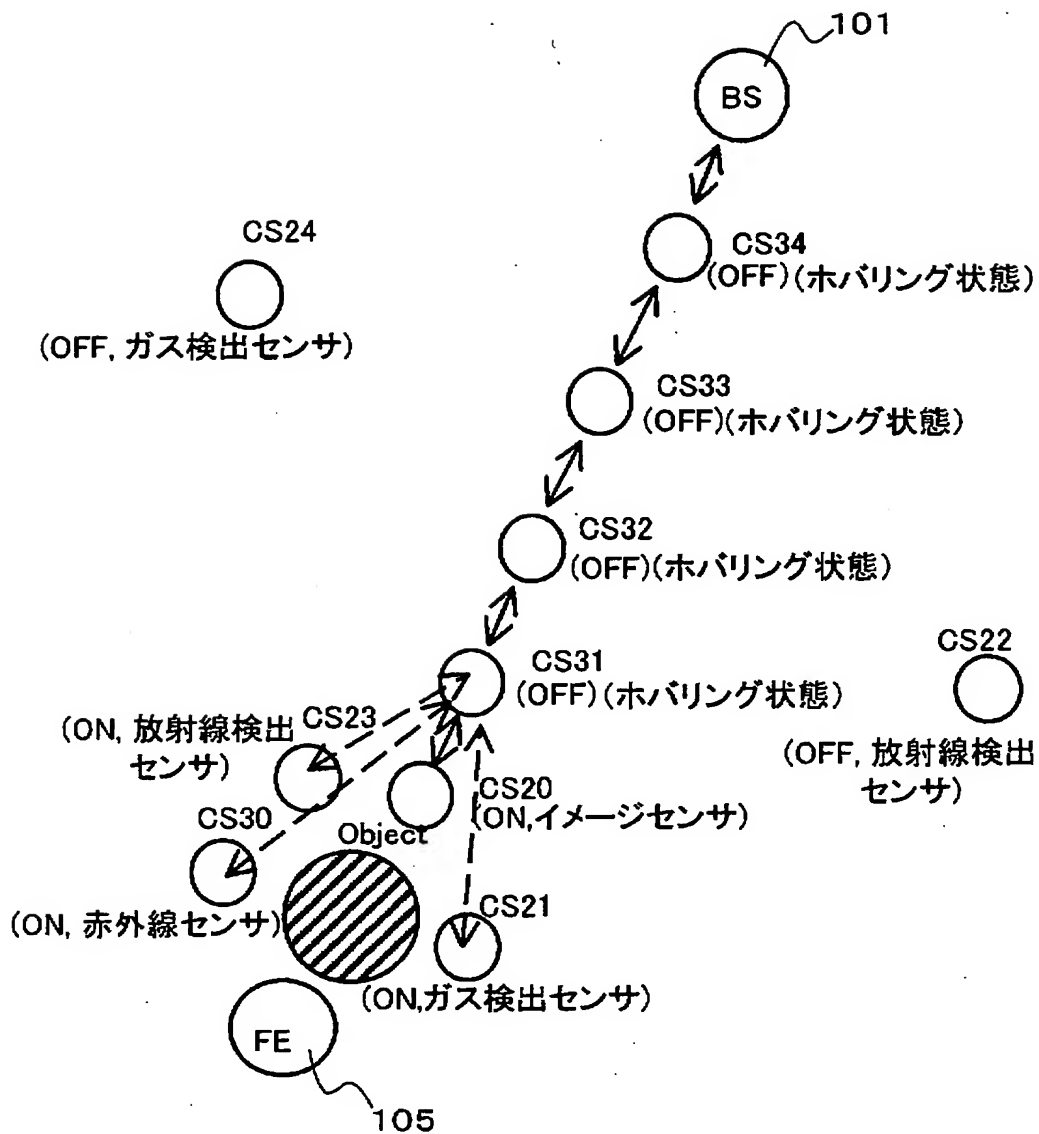
【図 7】



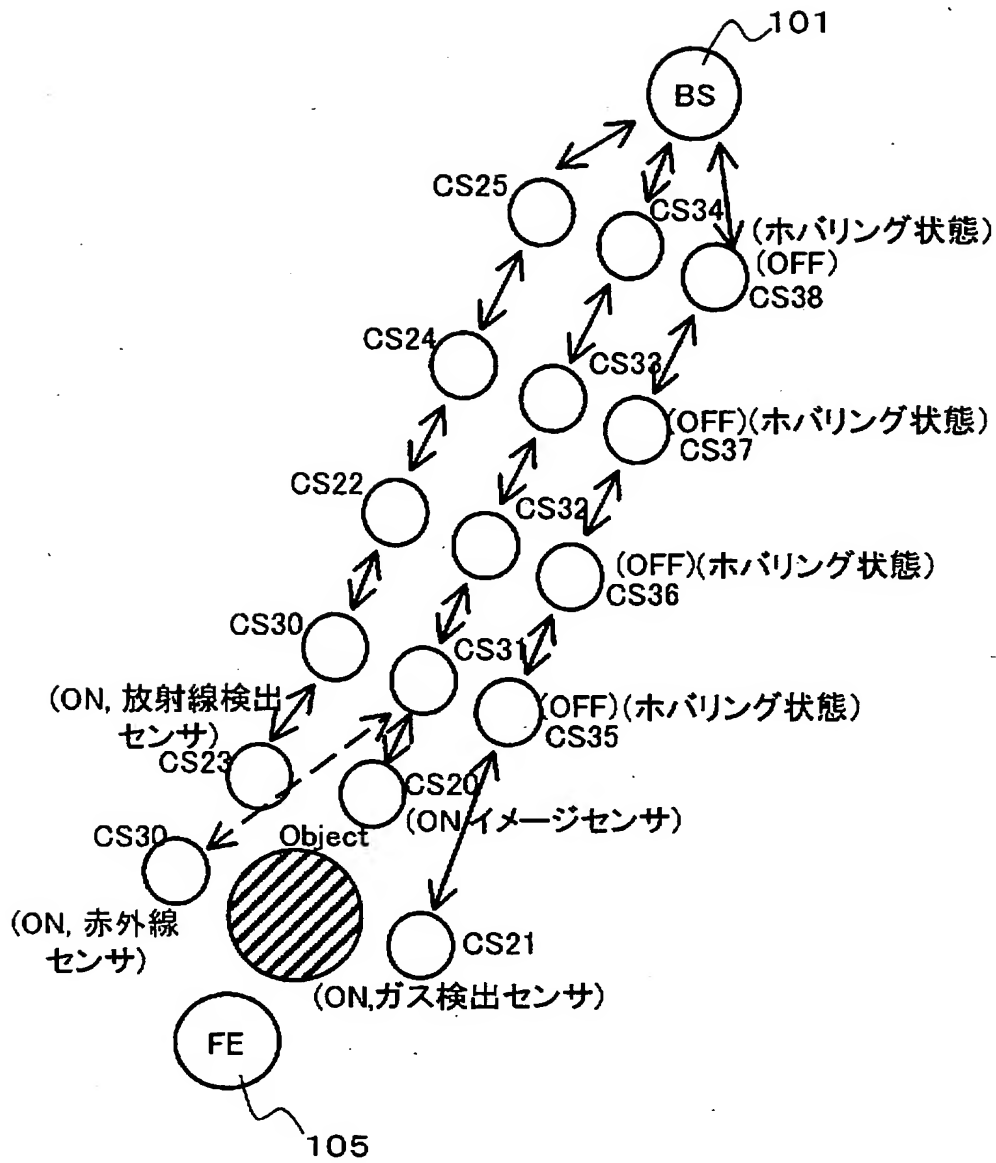
【図 8】



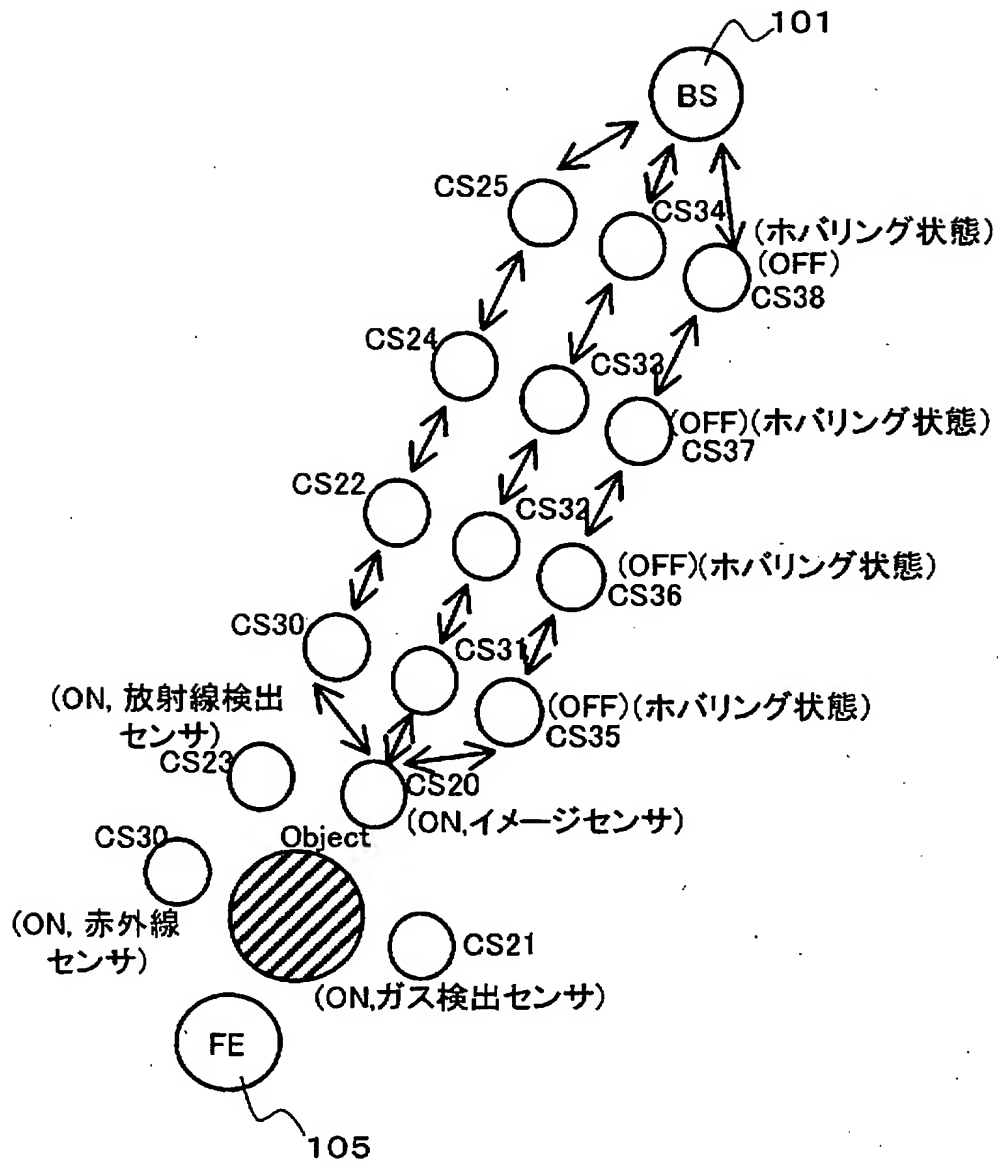
【図 9】



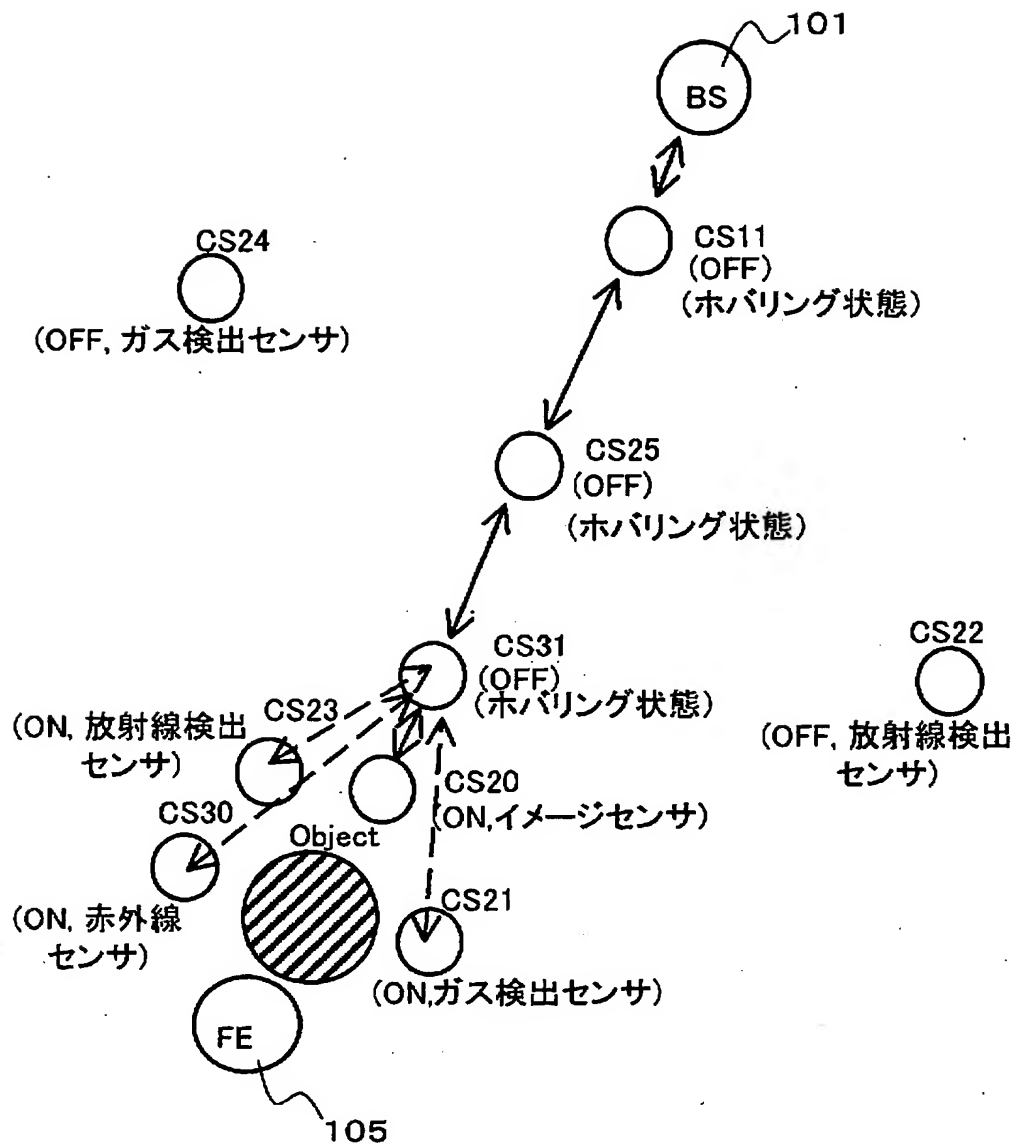
【図 10】



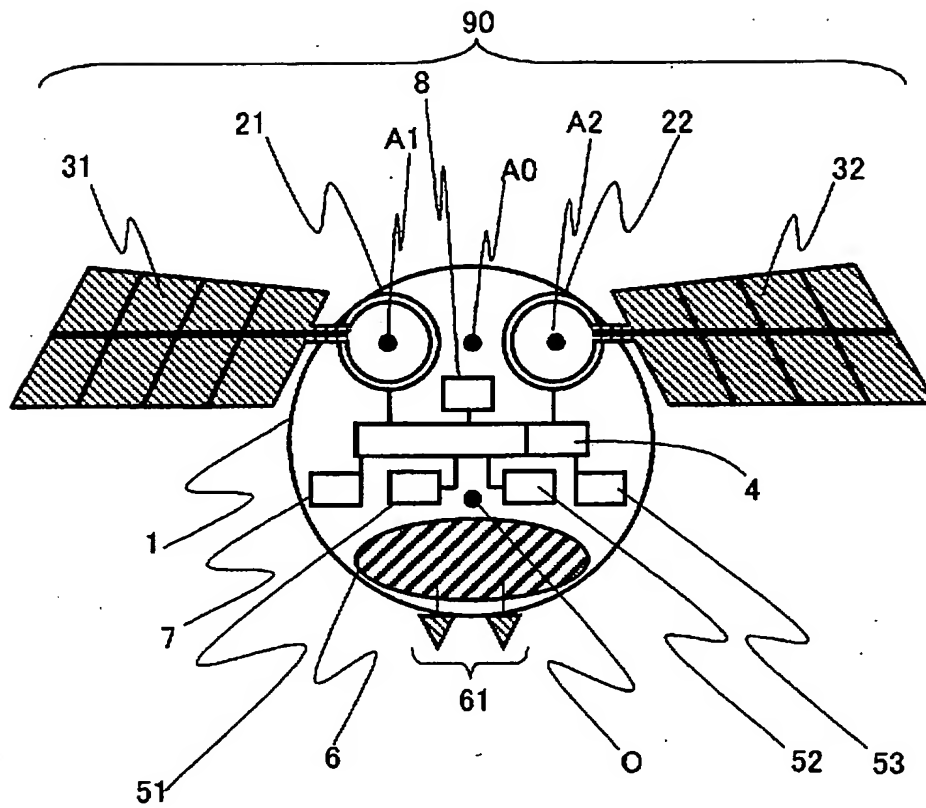
【図 11】



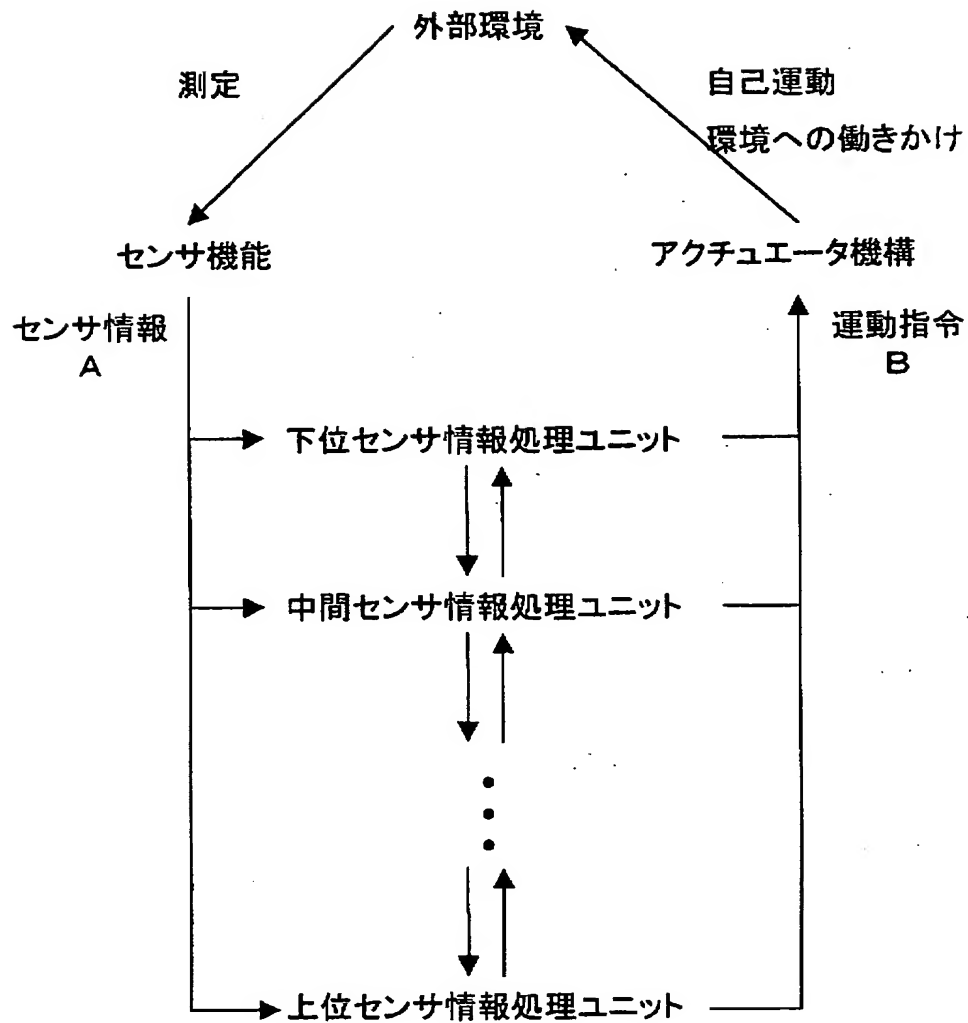
【図 12】



【図 13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低消費電力で、効率的に対象物の詳細な全体情報を得ることのできる群ロボットシステムを提供する。

【解決手段】 群ロボットシステムは、複数のセンシングロボットCSとそれらを制御するベースステーションBS101とセンシングロボットCSの移動を制御するフェロモンロボットFE105とを含む。センシングロボットCS30が対象物(Ob j e c t)を検出すると、検出情報を受けたフェロモンロボットFE105は、その情報を、センシングロボットCS30より高分解能を備える他のセンシングロボットCS20, CS21, CS23、あるいはセンシングロボットCS30とは異なる検出センサまたはセンサ情報の処理方法を備える他のセンシングロボットCS20, CS21, CS23に対して送信することで、対象物の追探索を行なうよう制御する。

【選択図】 図3

特願 2002-369266

出願人履歴情報

識別番号

[000005049]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1990年 8月29日  
新規登録

住所  
氏名

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社